



LAYOUT-SUUNNITTELU

Henkilövaunun peruskorjauksen purkuvai-
heen layout-suunnittelu VR Hyvinkään
konepajalle

Tapio Rintamäki

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2012
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

RINTAMÄKI TAPIO

Layout-suunnittelu

Henkilövaunun peruskorjauksen purkuvaiheen layout-suunnittelu VR Hyvinkään konepajalle

Opinnäytetyö 45 sivua, josta liitteitä 17 sivua
Maaliskuu 2012

Opinnäytetyö tehtiin VR Hyvinkään konepajalle, palvelut ja tuotanto yksikölle. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa vaihtoehto henkilövaunujen kunnostustoiminnan kehittämiseksi kohti linjamaista tuotantoketjua. Tehtävänä oli suunnitella henkilövaunun kunnostustyön purkuvaiheeseen toimiva ja toteutuskelpoinen layout ratkaisu jo olemassa olevaan vanhaan takomohalliin.

Opinnäytetyö sisältää purkuprosessin ja konepajan rakennusten esittelyä kunnostus ja purkuprosessin kannalta. Työssä teoriana käytettiin Lean-filosofiaa sekä tuotannon ja toiminnan ohjausta layout suunnittelun kannalta. Lean-filosofian tarkoituksena on vähentää kaikkea hukkaa aiheuttavaa toimintaa. Layout suunnitteluvaiheessa hyödynnettiin purkuprosessista kerättyä tietoa Systematic layout planning kirjan teorian ja kaavion avulla. Lopputuloksena työstä saatiin layout-suunnitelmat ja purkuprosessin materiaali-virtakaaviot.

Työn tuloksia voidaan käyttää toteutukseen sekä mahdolliseen jatko kehitykseen, jos suunnitelmaa viedään eteenpäin toteutusasteelle.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Option of Modern Production Systems

RINTAMÄKI, TAPIO:

Designing layout – layout plan for the demolition stage of train passenger car repair process

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 17 pages
March 2011

This bachelor's thesis was conducted for the services and production unit of VR Hyvinkää workshop. The aim of this thesis was to produce an alternative for train passenger car repair process and to develop it towards chain-like production. The purpose was to design a functional and feasible layout plan for the demolition stage of the carriage repair process in an existent old forge.

This thesis discusses dismantling process and the buildings of the workshop. The theoretical framework of the thesis was the Lean-philosophy and the production management of layout planning. The idea of Lean philosophy is to decrease everything that causes loss of function. In the layout planning stage, information collected during the dismantling process was utilized with the help of the theory and diagram presented in the book Systematic Layout Planning by Richard Muther. The output of the thesis consisted of the layout plans and material flow charts of the dismantling process.

The results of thesis can be used for realization and possible further development, if the plan will be carried out.

Key words: layout, carriage, production line, repair, assembly

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	6
2. VR-YHTYMÄ Oy	7
3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA TEORIA TAUSTA.....	9
3.1 Toiminnan ja tuotannonohjaus.....	9
3.2 Tuotannonohjauksen menetelmiä	10
3.2.1 Lean-filosofia	11
3.3 Raskas piensarjakokoonpano.....	13
4. OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	16
4.1 Konepajarakennus	17
4.2 Havainnot purkuprosessista	18
4.3 Purkusolulle asetetut vaatimukset ja takomon tilankäytölliset rajoitukset.....	21
4.4 Pesulan käyttötarkoituksen laajennus.....	22
4.5 Tavoitetilanne	22
5. LAYOUT-SUUNNITTELU.....	23
5.1 Layout-suunnittelun työkalut.....	24
5.2 Yhteykskaavio	25
5.3 Layout-suunnitelmat.....	26
6. LAYOUT RATKAISU JA LOPPUTULOKSET	27
LÄHTEET.....	28
LIITTEET.....	29

ERITYISSANASTO

Teli	Vaununpyörien ja telirungon muodostama rakennekokonaisuus
Siirtoteli	Teli joka korvaa vaunun oman telin kunnostustyön aikana
Ylikulkutunneli	Vaununpäädyt yhdistävä tunneli, jonka läpi siirrytään vaunusta toiseen
Puskin	Vaunujen välistä puristusvoimaa vastaan ottavat komponentit
Vetolaite	Vaunujen välillä vetoa välittävät komponentit
Kalustoyksikkö	Vaunu, veturi tai moottorijuna
Letkukytkimet ja hanat	Vaunujen jarrujärjestelmän yhdistyvät letkut ja sulkuhanat
PDCA-Sykli (Plan-Do-Check-Action)	Jatkuvan parantamisen menetelmä
TQM (Total Quality Management)	Kokonaisvaltainen laatujohtaminen
SixSigma	Laadunkehitysohjelma

1. JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty VR Hyvinkään konepajan henkilövaunuverstaalle. Opinnäytetyössä käsitellään konepajan vanhan takomorakennuksen muuttamista keskitetyksi henkilövaunujen purkuprosessisoluksi niiden tullessa konepajalle täyskorjaukseen.

Työn on tehty VR-Yhtymä Oy Hyvinkään konepajan Tuotanto ja Palvelut-yksikölle.

Työstä sovittiin alustavasti 2011 keväällä ja varsinainen työn tekeminen aloitettiin 2011 syksyllä.

Opinnäytetyön tavoitteena on esittää järkevä ja toteutuskelpoinen layout-suunnitelma konepajan vanhan takomohallin muuttamiseksi keskitetyksi purkuprosessin paikaksi henkilövaunuja varten. Lisäksi työssä selvitetään pesulan käyttötarkoituksen monipuolistamista osana linjamaista tuotantoketjua. Työssä keskitytään purkuprosessin vaatimiin tiloihin sekä prosessista tulevaan materiaalivirtaan. Layout-suunnitteluvaiheessa on keskitytty tärkeimpien toimintojen sijoittumisen ratkaisemiseen. Tarkoituksena on luoda raamit purkupaikasta, joiden avulla purkuprosessia ja samalla koko kunnostusprosessia voidaan lähteä kehittämään. Työssä ei oteta kantaa työpisteiden tai työvaiheiden vaatimiin resursseihin.

Opinnäytetyö on osa suunnitelmaa kokokunnostustoiminnan muuttamiseksi kohti linjamaista tuotantoketjua. Nykyinen prosessi sisältää monia edestakaisia siirtoja. Linjamaisen tuotannon tarkoituksena on selkeyttää ja tehostaa kaluston peruskorjausprosessia ja parantaa sen ohjattavuutta.

Opinnäytetyössä käsitellyt purkuprosessiin liittyvät yksityiskohdat sekä layout suunnitelmat on käsitelty salassa pidettävissä liitteissä. Tästä johtuen työn julkinen versio ei sisällä prosessienkuvauksia, materiaalivirtoja eikä layout-suunnitelmia. Purkuprosessin pääpiirteet on kuvattu tekstistä, jotta sisältö aukeaisi helpommin lukijalle.

2. VR-YHTYMÄ Oy

VR Yhtymä Oy on kuljetusalan yritys, joka harjoittaa rautatieliikennettä ja sitä täydentävää autoliikennettä. VR Yhtymä Oy:n markkinointinimi on VR Group. (VR-Yhtymä Oy, konserniesittely, 2010). VR Yhtymä Oy on Suomen valtion omistama logistiikka-konserni, joka on perustettu vuonna 1995 jatkamaan Valtionrautateiden toimintaa. Valtionrautatiet toimivat rautatieliikenteen harjoittajina 1922 - 1995, tätä ennen toimi Suomen Valtion Rautatiet 1862 - 1922 ja punaisen Suomen alueella 1918 Suomen Tasaval-
lan Rautatiet. (Wikipedia, VR-Yhtymä, 2012)

Konsernin kokonaisliikevaihto vuonna 2010 oli 1 422,6 miljoonaa euroa. Matkustajaliikenteen kokonaisliikevaihto oli 479 miljoonaa euroa vuonna 2010. Junamatkoja tehtiin viime vuonna 69 miljoonaa ja linja-autoilla 22,7 miljoonaa matkaa. Tavaraliikenteessä rautateillä liikevaihtoa oli 328,8 miljoonaa euroa ja maanteillä 247,2 miljoonaa euroa vuonna 2010. Junaliikenteessä kuljetettiin 35,8 miljoonaa tonnia ja autoliikenteessä 7,9 miljoonaa tonnia tavaraa vuonna 2010. (VR-Yhtymä Oy, konserniesittely, 2010)

Ratojen kunnossapitoa, rakentamista, suunnittelua ja kehittämistä hoitaa VR Track Oy. Lisäksi konserniin kuuluvat catering- ja ravintolatoiminnasta vastaava Avekra Oy ja telepalveluihin erikoistunut Corenet Oy. Yhteensä VR-konsernissa on 28 yhtiötä. Osakkuusyrityksiä on 8. Koko yhtiön palveluksessa työskentelee noin 11 900 työntekijää. (VR-Yhtymä Oy, konserniesittely, 2010)

Vetokalustona VR:llä on tällä hetkellä kaksi sähköveturityyppiä ja kolme dieselveturityyppiä, joiden valmistus- ja käyttöönottovuodet vaihtelevat vuodesta 1963 vuoteen 2003. Henkilövaunuina ovat 1970-luvulla käyttöön otetut siniset pikajunavaunut ja 1980-luvulta lähtien käyttöön otetut IC sekä 1990-luvulta alkaen käyttöön otetut IC-2 Intercity-vaunut, joilla liikennöidään kaikilla merkittävimmillä reiteillä. IC vaunut ovat 1-kerrosvaunuja ja IC-2 vaunut ovat 2-kerrosvaunuja. Kotimaan kaukoliikenteen matkustajavaunuja on yhteensä noin 500 kappaletta. Kaukoliikenteen nopein junatyyppi on Pendolino, joita on käytössä 18-yksikköä. Lähiliikennekalustona on moottorivaunuja sähkö- ja dieselkäyttöisinä sekä veturivetoisia lähiliikennevaunuja, jotka ovat ruuhka-ajan käytössä. (Wikipedia, VR-Yhtymä, 2012). Tavaravaunutyyppejä on useita erilaisia

moniin erilaisiin kuljetus tarpeisiin, yhteensä tavaravaunuja on noin 10000 kappaletta. (VR-Yhtymä Oy, VR Transpoint, 2010)

VR:llä on konepajat Hyvinkäällä ja Pieksämäellä. Hyvinkään konepaja otettiin käyttöön vuonna 1949. Sen alue rakennuksineen on suuri kokoonpano- ja huoltolaitos sekä logistiikkakeskus. Hyvinkään konepaja vastaa vetokaluston suuremmista korjauksista ja kunnostuksista sekä henkilövaunu ja lähiliikennejunien kunnostuksista. Kalustoyksikön konepajalla käyntiväli on noin 10 vuotta, kun kyseessä on peruskorjaus. Erityisesti vetokalustoon tehdään muita komponentin vaihtoja tarpeen mukaan. Konepajalla kunnostetaan vaihto-osa komponentteja myös konepajan ulkopuolelle VR:n varikoille. Näitä komponentteja ovat esimerkiksi vetureiden telit, dieselvetureiden päämoottorit ja vaihteistot sekä monenlaiset sähkökomponentit.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA TEORIA TAUSTA

Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuusselvitystä, haastatteluja ja purkuprosessin havainnointia. Layout suunnittelun teoriataustana on käytetty Lean-filosofiaa yhdessä tuotannon- ja toiminnanohjauksen kanssa sekä raskasta piensarja kokoonpanoa, jotka soveltuvat teoriapohjana toimivan layoutin suunnitteluun. Varsinaisessa layout-suunnittelussa käytetään Systematic Layout Planning-kirjan kaavioita, joilla layout-suunnittelu tehtiin. Kaavioilla ratkaistiin erilaisten työpisteiden ja välivarastointialueiden sekä apuvälineiden sijoittuminen layout-suunnitelmassa.

3.1 Toiminnan- ja tuotannonohjaus

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen tilaus-toimitusketjun tehtävien ja toimintojen hallintaa ja suunnittelua. Toiminnanohjaus käsite on yleisesti käytössä tuotannonohjauksen sijaan, koska toiminnan hallinta edellyttää muidenkin kuin tuotannon toimintojen ohjausta. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi myynti, tuotesuunnittelu ja hankintojen ohjaus. Toiminnanohjauksen tavoitteena on organisoida ja ohjata yrityksen toimintaa, siten että tuotannolle asetetut tavoitteet toteutuvat mahdollisimman hyvin. (Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009,397)

Tuotantojärjestelmien ominaisuudet, kuten layoutin selkeys, tuotannon läpäisy aika ja kapasiteetin joustavuus tuotantomäärän muutoksille, vaikuttavat merkittävästi tuotannon tehokkuuteen ja tuotannon ohjauksen tehtäväalueeseen. Ominaisuuksien vaikutus on merkittävä myös tuotannon tavoitteiden toteutumiseen, ohjauksen tehtäviin ja ongelma-alueisiin sekä mahdollisiin ohjaustapoihin ja menetelmiin. Oleellinen osa toiminnanohjauksesta on tuotantojärjestelmän ominaisuuksien ja suorituskäyvyn kehittäminen. (Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009,405)

Tuotannon läpäisy aikojen kehittäminen on yksi tehokkaimmista toiminnanohjauksen kehittämiskeinoista. (Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009,405). Läpäisy aikoja kehitettäessä liikkeelle lähdetään useimmiten poistamalla tuottamaton toiminta.

Varsinkin käsityönä tehtävässä kokoonpanossa ja kunnostustyössä esiintyy usein paljon tarpeetonta työskentelyä lopputuotteen arvon kannalta ajateltuna. Tuottamatonta ajankäyttöä esiintyy varsinkin työpaikoissa, joissa tuotannolle ja tuotteille ei ole tehty vuosiin suuria rakenteellisia muutoksia. Tuotantolinjan ja tuotteen rakenteesta johtuvat ominaisuudet ovat usein suurimmat prosessia hidastavat viivytykset. Tehottomimpina ja hitaimpina tuotantomuotoina voidaan pitää kunnostus- ja kokoonpanotoimintaa niiden ollessa luonteeltaan paikkakokoonpanoa. Usein tähän yhdistyy suuri keskeneräinen tuotanto ja huonosti ajoittuvat materiaalitoimitukset. Keskeneräinen tuotanto johtuu usein viivästyneistä materiaalitoimituksista. Tämä materiaalipula ”poistetaan” useimmiten ottamalla työn alle seuraavaksi valmistukseen tuleva laite. Keskeneräinen tuotanto kasvattaa läpimenoaikoja, ja samalla mahdollistaa viivästyneiden materiaalitoimitusten syiden selvittämättä jättämisen niiden poistamiseksi.

Kun tuotannosta saadaan hyvin ennustettava ja ohjattava, voidaan materiaalit tilata hyvissä ajoin, jolloin niiden toimitukset usein tarkentuvat. Selkeä ja hyvin ohjattava tuotanto saavutetaan tekemällä työtehtävistä selkeät vaiheet ja luopumalla paikkakokoonpanosta ainakin osittain. Linjakokoonpanossa varataan työvaiheille selkeät paikat varustettuna tarpeellisilla työvälineillä. Kun työvaiheille on omat paikkansa ja järjestyksensä, on myös helppo nähdä missä vaiheessa mikäkin tuote on menossa. Samalla myös tiedetään milloin tuote on valmis ja onko jossain jotakin ongelmaa tai kehitettävää.

3.2 Tuotannonohjauksen menetelmiä

Tuotannonohjaukseen ja tuotannon kehittämiseen on kehitetty toimintamalleja ja teorioita. Useimmiten näiden teorioiden tarkoituksena on saada aikaan jatkuvaa parantamista, vähentää turhaa tuotantoa ja varastointia tai joissakin tapauksissa kehittää näitä kaikkia yhdessä. Jatkuvalla parantamisella yrityksen toimintaa kehitetään jatkuvasti pienin askelin ja samalla pyritään kehittämään myös henkilökunnan osallistumista. Vaikka kehitysaskeleet ovat usein pieniä, niin yhdessä niillä saadaan merkittäviä vaikutuksia kokonaisuuden toimintaan. Eräs jatkuvan parantamisen menetelmä on PDCA-sykli (Plan-Do-Check-Action, Suunnittele-Toteuta-Tarkasta-Kehitä), jossa toteutetaan suunnitellut muutokset, joita sitten arvioidaan ja edelleen kehitetään. TQM (Total Quality

Management, kokonaisvaltainen laatujohtaminen) on koko yrityksen henkilöstöön kohdistuva ja perusluonteeltaan filosofinen menetelmä. Se edellyttää henkilöstön vankkaa osaamista ja sitoutumista laatuajatteluun. Lähes TQM vastaava on Six Sigma-laadunkehitysohjelma, joka pyrkii henkilöstön sitouttamiseen ja laadunkehitystyön tehostamiseen tilastollisesti. (Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009,389-390). Varsinainen tuotannonkehityksen toimintamalli JIT (Just In Time) keskittyy valmistamaan pelkästään tarpeeseen ja sen lähtökohtana on lyhentää asetusajoja. Lyhyet asetusajat mahdollistavat pienemmät eräkoot ja pieni erä koko lyhentää automaattisesti läpimenoaika. (Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009,361-362)

Turhan toiminnan poistamiseen keskittyvä Lean-menetelmä pyrkii karsimaan pois kaikki tuotannossa hukkaa aiheuttavat toiminnot. Turhien ja hukkaa tuottavien toimintojen karsimisella Lean pyrkii selkeämpään ja yksinkertaisempaan prosessiin, jolloin sen ohjattavuus ja tuottavuus kasvaa. (Liker 2006, 90)

3.2.1 Lean-filosofia

Lean-filosofia keskittyy yleisesti seitsemän erilaisen tuottamattoman toiminnan poistamiseen. Lean pyrkii siihen että asiat tehdään oikeassa paikassa oikeaan aikaan ja oikean laatusuoritus. Samaan aikaan vähennetään kaikkea turhaa toimintaa ja toimitaan joustavasti sekä ollaan avoimia muutoksille. Lean-toiminnan perusajatuksena on karsia pois kaikki ylimääräiset toiminnot. Ylimääräisiksi toiminnoiksi voidaan luokitella kaikki sellaiset toiminnot, joissa tuotteen arvo asiakkaalle ei nouse ja näistä toiminnoista on päästävä eroon tuotannon virtauksessa. Tästä aiheutuu luonnollisena seurauksena se, että kustannuksia pyritään pienentämään jatkuvasti, huomio kiinnitetään kokonaisuusien hoitamiseen ja valmistetaan pieniä eräitä tehokkaasti. (Liker 2006, 90)

Turhiksi ja arvoa tuottamattomiksi toiminnoiksi lasketaan yleensä seitsemän hukkatyyppiä, jotka ovat: ylituotanto, odottelu, tarpeeton kuljetus, ylikäsittely tai virheellinen käsittely, tarpeettomat varastot, tarpeeton liikkuminen ja viat. (Liker 2006, 28–29)

Myöhemmin muun muassa Liker (2006, 89) on lisännyt työntekijöiden luovuuden huomioon jättämisen kahdeksanneksi hukkatyyppiä. (Liker 2006, 89) Työntekijöiden luovuuden huomioon jättäminen ilmenee yleensä ajan, ideoiden, parannusten, ja oppimis-

mahdollisuuksien hukkaamisena, kun työntekijöitä ei ole sitoutettu tai kuunneltu. (Liker 2006, 29)

Prosessin virtaus tarkoittaa keskeytyksetöntä materiaalien, komponenttien, tuotteiden ja tiedon virtausta ilman väli- tai tuotevarastointia. Virtaus käynnistyy asiakkaan tilauksesta, mikä käynnistää tuotteen valmistuksen. Virtaus päättyy, kun valmis tuote on toimitettu asiakkaille. Lean-organisaatio perustuu tuotannon virtaukseen ja se on keskeisin lean-periaate. Selkeän tuotannon virtauksen saavuttaminen edellyttää monien muiden lean-menetelmien ja periaatteiden käyttöönottoa. Muita Lean-menetelmiä ovat ennaltaehkäisevä huolto, asetusaikojen lyhentäminen sekä laadun ohjauksen menetelmät. (Tuominen 2010, 7) Hyvin virtaavassa ja tahditetussa valmistusketjussa on vähän lisäarvoa tuottamatonta toimintaa, kuten ylimääräistä materiaalien siirtelyä. On helppoa tunnistaa ja mitata lisäarvoa tuottavan työn määrä ja määritellä montako henkilöä tarvitaan tietyn tuotantovauhdin saavuttamiseksi. Nähdään, kenellä on kiire ja kuka on jouten. (Tuominen 2010, 72)

Virtauksen luominen tarkoittaa sellaisten vaiheiden kytkemistä yhteen, jotka muuten olisivat erillään toisistaan. Kun ollaan lähellä toisiaan, tiimityöskenteleminen lisääntyy, saadaan palautteita ongelmista ja prosessi on helpommin hallittavissa. Samalla kun prosessin työvaiheita yhdistellään ja selkeytetään, päästään eroon vaiheista, joissa tuote tai tehtävä siirtyy toiselle. Kun tuote tai tehtävä siirtyy toiselle, se on tällä välillä ”ei kenenkään” hallussa. Tällöin tuotteen laatu helposti heikkenee tai tärkeää informaatiota saattaa kadota. (Tuominen 2010, 7)

Kun virtaus toimii, tuotteita valmistetaan pienissä sarjoissa ilman välivarastoja ja vain asiakkaan tarpeen mukaiset määrät. Sidotun pääoman määrä ja tuottamaton työ vähenevät. (Tuominen 2010, 73) Täydellinen virtaus ei sovi kaikkiin tilanteisiin. Kun virtaus ei ole mahdollista, käytetään valmistuotevarastoja ja puskurivarastoja eri työvaiheiden välillä. Täydellisesti toimivan virtauksen tavoitteet täyttyvät, kun valmistetaan pieniä sarjoja ja prosessit ovat sijoitettu lähelle toisiaan. Materiaalivirran pitää olla liikkeessä keskeytyksettä työvaiheiden ja prosessien välillä. (Tuominen 2010, 72)

3.3 Raskas piensarjakokoonpano

Tässä luvussa käydään läpi raskaan piensarjakokoonpanon kehittämistä ja kokoonpanojärjestelmien vaikutusta tuotteen läpimenoaikoihin. Vaikka opinnäytetyössä käsiteltävä aihe on tuotteen purkamiseen liittyvää työtä, on kokoonpano menetelmiltään vastaavaa ja näin ollen sen kehittämisen teorioita sekä menetelmiä voidaan soveltaa myös purkuvaiheisiin.

Tuotteen kokoonpano on tuotekohtaisesti valmistettujen osien, standardikomponenttien ja muiden vastaavien tarvikkeiden liittämistä yhteen toimivaksi kokonaisuudeksi tai sen osaksi. Usein tuotteessa on osakokoonpanoja, joista syntyy toimivia osakokonaisuuksia ja loppukokoonpano, jossa osakokoonpanot ja muut komponentit liitetään toisiinsa. Osat ja komponentit ovat toimittajalla tai itsellä valmistettuja, useimmiten asennusvalmiita perusyksiköjä. (Teknologia ohjelmaraportti 2/2001, 6)

Laajemmin tarkasteltaessa kokoonpanoon liittyy varsinaisen kokoonpanovaiheen lisäksi myös useita muita työvaiheita. Tällaisiksi vaiheiksi voidaan lukea pintakäsittely, sähkö- ja putkityöt, ohjelmointityöt, testaus ja koekäytöt, siivous, sekä pakkaus ja lähetys. Toimitettavaan tuotteeseen tarvitaan usein myös dokumentteja, ohjelmistoja, erilaisia tarvikkeita kuten voitelu- ja pintakäsittelyaineita sekä mahdollisia varaosia ja työkaluja. Kokoonpanon ja asennuksen erona pidetään usein sitä, onko tuote kasattu tehtaan kokoonpanolinjalla vai työkohteessa asiakkaan luona. Suurien koneiden ja laitekokonaisuuksien kohdalla on usein tarve purkaa tehtaalla kokoonpantua kone osakokoonpanoiksi ja tehdä lopulliset asennustyöt ja koekäytöt asiakkaan luona. (Teknologia ohjelmaraportti 2/2001, 6)

Kokoonpanotyön osuus tuotteen valmistukseen käytettävästä kokonaistyöajasta on merkittävä ja se saattaaakin nousta jopa kolmasosaan tuotteeseen käytetystä ajasta. Kokoonpanotyö sisältää kappaleiden käsittelemistä, varastointia, kuljetusta paikasta toiseen, liittämistä ja sovittamista sekä tarkastamista. Näistä vain osien liittäminen on jalostavaa työtä joka nostaa tuotteen arvoa. Kaikki muu on työtä, joka ei tuota lisäarvoa asiakkaalle. Liittämiseksi luokitellaan muun muassa ruuvaus, liimaus, hitsaus, puristaminen ja

kutistaminen. Kaikki arvoa tuottamattomat avustavat työvaiheet ovat kuitenkin välttämättömiä ja ilman näitä vaiheita kokoonpanoa ei ole mahdollista suorittaa. (Teknologia ohjelmaraportti 2/2001, 7)

Tyypillisesti suomalainen kokoonpano on ollut käsityötä. Työpisteenä pienempien kapaleiden manuaalisessa kokoonpanossa on työpöytä apuvälineineen. Raskaammat tuotteet kootaan usein lattialla, telineillä tai tiettyä työvaihetta varten suunnitellussa kiinnittimessä. Raskaassa kokoonpanossa työvälineinä on yleensä paineilma- ja sähkötyökaluja kuten mutterinvääntimiä, poraus- ja hiomakoneita. Usein raskaassa kokoonpanossa tarvitaan myös mittalaitteita, hydraulisia puristimia ja hitsauskoneita. (Teknologia ohjelmaraportti 2/2001, 7)

Raskaan kokoonpanon pitkälle viety automatisointi on harvoin kannattavaa. Saatuun hyötyyn nähden investoinneiltaan kohtuuton laitteisto on usein myös joustavuudeltaan riittämätön suhteessa tuotemuutoksiin. Kokoonpanon ollessa käsityövaltaista onkin tärkeää kehittää se mahdollisimman sujuvaksi, jotta kokoonpanon kilpailukyky säilytetään. Tärkeää olisikin keskittyä kokoonpanon aputoimintojen kuten osakokoonpanojen, materiaalin käsittelyn sekä varastoinnin kehittämiseen ja näiden mahdolliseen automatisointiin. (Teknologia ohjelmaraportti 2/2001, tiivistelmä)

Kunnostus- ja kokoonpanotoiminnassa kokoonpanojärjestelmän valinta paikka- tai linjakokoonpanon välillä vaikuttaa merkittävästi läpimenoaikaan ja tuottavuuteen. Perinteisesti käytetty paikkakokoonpano on yleensä erittäin joustava, mutta johtaa usein pitkiin läpimenoaikoihin. Materiaali- ja kapasiteettipula, tuote ja laatuvirheet tai keskenkäiset tuoterakenteet eivät yleensä suuresti häiritse tuotantoa paikkakokoonpanossa. Paikkakokoonpanon joustavuus aiheuttaa sen, että tuotannon ongelmat on liian helppo hyväksyä. Useimmiten ongelmat on ratkaistu tekemällä muita keskeneräisiä töitä, jolloin läpimenoaika kasvaa jo pelkästään tästä syystä verrattuna linjakokoonpanoon. (Teknologia ohjelmaraportti 2/2001, 69)

Linjakokoonpanossa tuotannon toimivuus vaatii, että työt voidaan tehdä sujuvasti, koska muuten koko tuotantoketju pysähtyy hyvin nopeasti. Kun tämä asia tiedostetaan ko-

ko organisaatioketjussa, ongelmiin puututaan tehokkaasti, mitä taas paikkakokoonpano joustavuutensa takia ei pakota tekemään. Hyvin toimiva materiaalien toimitus yhdessä tehokkaan ja hyvin ohjattavan tuotantolinjan kanssa lyhentää läpimenoaikoja merkittävästi verrattuna paikkakokoonpanoon. Linjakokoonpanossa työvaiheeseen tarvittavat materiaalit ja työvälineet on helppo sijoittaa työn tekemisen ja tehokkuuden kannalta sujuvasti. Vaikka tuotteet tai tuotevariaatiot vaihtuvat työpisteissä niihin voidaan varustaa jokaiselle variaatiolle omat erikoistyövälineensä. Näin harvoin tarvittavat työvälineet löytyvät helposti ja työaika kuluu tekemiseen eikä välineiden etsimiseen. Vaihe-työ on myös aina tehokkaampi tapa tehdä työtä kuin se, että sama työryhmä tekee tuotteen samassa paikassa alusta loppuun asti valmiiksi. Työn mielekkyys on ylläpidettävissä työntekijöiden kierrätyksellä vaiheesta toiseen. Tehokkaat ja työergonomialtaan hyvät työpisteet ja työn vaihtuvuus lisäävät työn mielekkyyttä, jolloin työn teosta tulee usein myös tehokkaampaa kuin työn tekemisestä tilassa, jossa materiaalit ja työvälineet ovat väärässä paikassa tai niitä ei edes ole. (Teknologia ohjelmaraportti 2/2001, 69)

4. OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tässä kappaleessa käydään läpi opinnäytetyön tekemisen päävaiheet ja lähtökohdat sekä esitellään henkilövaunun purkuprosessista ja vaunuista tehtyjä havaintoja. Purkuprosessin ja materiaalivirran tarkemmat kuvaukset on käsitelty luottamuksellisissa liitteissä.

Kun opinnäytetyön aihe oli hyväksytty, tehtiin opinnäytetyösuunnitelma. Suunnitelman tarkoituksena ei ole estää tai rajoittaa mahdollisten muutosten tekemistä, vaan luoda hyvä pohja ja selkeät päämäärät työn sujuvaa etenemistä ajatellen. Tätä suunnitelma-vaihetta voidaan pitää työn tärkeimpänä varsinkin työn nopean edistymisen kannalta. Opinnäytetyön rakenne pyrittiin tekemään siten, että työn alussa esille tulleet ajatukset pystyttiin arvioimaan uudelleen työn tekemisen aikana ja näin mahdollisesti tehdyt virhe arvioinnit pystyttiin korjaamaan työn myöhemmissä vaiheissa.

Opinnäytetyön ensimmäinen vaihe oli aloituspalaveri työn tilaajan edustajien kanssa. Tarvittaessa tässä vaiheessa tarkennetaan opinnäytetyön sisältöä sekä määritetään työn keskeisimmät tavoitteet, käydään läpi työn päävaiheet ja luodaan työlle alustava toteutussuunnitelma. Lisäksi pohditaan lähestymistapaa työhön ja mahdollisia vaihtoehtoja sekä tutkimussuuntia.

Työn toisena vaiheena ja varsinaisen työn tekemisen aloittamisena voidaan pitää nykytilanteeseen perehtymistä. Tässä vaiheessa selvitetään ja perehdytään nykyhetken ongelmiin ja tarkennetaan tavoitetilalle asetettuja vaatimuksia. Tämän vaiheen suoritus-tumalla henkilövaunun purku ja kunnostusprosesseihin. Tutustumiskäynneillä kiinnitettiin huomiota erityisesti purkuprosessiin, sekä prosessista tulevaan materiaalivirtaan ja nykyisen tilantoimivuuteen ja ongelma kohtiin purkuprosessin kannalta. Prosesseihin tutustuminen edellytti ajoittain paljonkin yhteistyötä työntekijöiden ja työnjohdon sekä työnsuunnittelun kanssa.

Kolmannessa vaiheessa työhön haetaan ratkaisuja käsittelemällä tuloksia yhdessä teorian kanssa ja samalla syvennytään aiheeseen. Tässä vaiheessa työtä tehdään alustavat suunnitelmat layouteista. Tavoitteena oli suunnitella kolme kappaletta mahdollisimman toimivaa layout ratkaisua, joiden toimivuutta arvioidaan työn aikana ja tehdään tarvitta-

via muutoksia. Layout-suunnitelmien arviointi työn aikana ja sen perusteella tapahtuva kehitystyö ovat tärkeä osa työtä hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi.

Opinnäytetyön viimeisessä vaiheessa tehdään lopulliset tarkennukset ja pyritään samaan aikaiseksi mahdollisimman toimivat sekä toteutuskelpoiset ratkaisut. Layout-suunnitelmat arvioidaan ja sen perusteella vaihtoehdot asetetaan paremmuus järjestykseen. Lopuksi kerätään esille tulleet ajatukset mahdollisen selvitystyön jatkamiseksi tai työn loppuun saattamiseksi.

4.1 Konepajarakennus

VR Hyvinkään konepajanrakennukset on rakennettu 40-luvulla. Nykyiset konepajan tilat ovat rakennettu aikansa vaatimusten mukaisesti, varsin erilaiseen käyttöön sekä erityyppisen kaluston kunnostamiseen. Konepajan tilat ovatkin tällä hetkellä kunnostusprosessin kannalta epäkäytännölliset ja aiheuttavat paljon turhia kaluston siirtoja. Käytössä olevat tilat ovat ahtaat ja komponenttien välivarastointi tapahtuu raiteistojen välisissä tiloissa olevilla hyllystöillä sekä myös suurelta osin lattioilla. Tämä ahtaissa tiloissa tapahtuva varastointi vähentää entisestään kunnostustöissä tarvittavaa tilaa.

Tällä hetkellä vaunun purku suoritetaan samoissa tiloissa kuin kokoonpano ja testaus. Vaunuverstaalla ei ole jokaista vaunua varten paikkaa, jossa olisi purku-, kokoonpano- ja testausprosessin edellyttämät valmiudet. Tämä työpisteiden ja vaunupaikkojen puutteellisuus aiheuttaa sen, että vaunuja joudutaan siirtelemään työvaiheiden välillä. Siirto- ja lisää myös se, ettei eri työvaihekokonaisuuksille ole vakiopaikkoja. Tästä johtuen vaunujensiirtojen suunnittelu pidemmällä aikavälillä on haastavaa, jolloin siirrot tehdään sen hetkisen tarpeen mukaan. Kaluston siirrot edellyttävät lähes aina myös toisten vaunujen siirtoja, koska vaunuverstaalla vaunuja voi olla yhdellä raiteella peräkkäin kaksi kappaletta. Tästä johtuen voidaan joutua siirtämään useampaa vaunua, jotta ne kaikki saadaan työvaiheiden vaatimille paikoille. Tämä usean vaunun siirto lisää työajan hukan moninkertaiseksi verrattuna tilanteeseen, jossa vain yhtä vaunua siirrettäisiin eteenpäin tuotantolinjalla.

Konepajalla tehtävän kunnostustoiminnan muuttaminen kohti linjamaista tuotantoa edellyttää myös materiaalitoimituksiin panostamista sekä konepajan sisäisissä ja ulkoisissa toimituksissa, jotta linjamainen tuotanto olisi toimivaa. Opinnäytetyön tekemisen aikana peruskorjausprosessia häiritsi usein materiaalipula, joka johtui toimitusten viivästymisistä tai materiaaleja ei oltu tilattu ajoissa. Materiaali- ja vaihto-osatoimitukset ovat merkittävä osa kunnostusprosessin kokonaisuutta ja ilman toimivaa materiaalivirtaa mikään prosessi ei voi toimia tehokkaasti.

4.2 Havainnot purkuprosessista

Tässä luvussa käsitellään henkilövaunun purkuprosessin vaiheita ja siitä tulevaa materiaalivirtaa. Henkilövaunun peruskorjausprosessin tarkoituksena on, että vaunu toimii tarkoituksenmukaisesti ja ettei siihen tule peruskorjausvälillä mitään erityisiä suurempia korjauskohteita, vaan siihen tehdään huoltojärjestelmän mukaiset täydennyskorjaukset. Peruskorjauksen yhteydessä tehdään myös muutostöitä ja tekniikkaa päivitetään modernimpaan.

Purkusolun layout-suunnittelun tiedonkeruuosion tehtiin haastattelemalla purkutyötä tekeviä työntekijöitä ja suurelta osin itse havainnoimalla purkuprosessia. Purkuprosessista tulevaa materiaalia dokumentoitiin tekemällä muistiinpanoja sekä valokuvaamalla purkutyötä ja purettuja komponentteja. Purkuprosessin tutustumiskohteena oli kaksikerrosvaunu ja lähiliikennevaunu. Näiden lisäksi tutustumiskohteena oli muita satunnaisesti valittuja vaunuja.

Henkilövaunun tullessa konepajalle se pestään ja henkilövaunujen jätevesisäiliöt tyhjennetään sekä huuhdellaan. Pesun jälkeen henkilövaunuille tehdään tarkastus, jossa etsitään mahdollisia vaurioita ja viallisia komponentteja.

Tarkastuksen jälkeen aloitetaan varsinainen purkuprosessi. Purkuprosessissa henkilövaunusta puretaan pois vaihdettavat vaihto-osat ja vaunua valmistellaan maalausta varten. Tässä vaiheessa tehdään usein myös vaunun lattiamattojen vaihtotyöt. Purkamisen jälkeen vaunu siirtyy maalaamoon, jossa tehdään loput maalausta edeltävät pohjatyöt ja itse maalaus. Tämän jälkeen vaunu siirtyy kokoonpanoon, jossa poistettujen kompo-

nenttien tilalle asennetaan uusia tai kunnostettuja vaihto-osia. Samalla vaunuun tehdään myös muutostöitä, joissa tekniikkaa korvataan nykyaikaisemmalla ja vaunujen käytettävyyttä ja toimivuutta parannetaan muilla toimenpiteillä. Kokoonpanon ja viimeistelyjen jälkeen vaunulle tehdään tarvittavat testaukset ja koekäytöt.

Henkilövaunun purkuprosessissa kooltaan merkittävimpiä kunnostustyössä irrotettavia komponentteja ovat telit, puskimet, vetolaitteet, sisustuksen verhoiluelementit ja penkit, sekä vaunuja yhdistävät ylikulkusillat ja ylikulkutunnelit. Tarpeen mukaan sisustuksesta puretaan rikkoutuneita tai vaurioituneita rakenteita, jotka uusitaan tai kunnostetaan.

Purkuprosessin aikana vaunuun tehdään pintakäsittelyä valmistelevia töitä kuten teippauksien poistoa ja mahdollisten vaurioiden korjausta. Kuvassa 1 on vaunun sisältä irrotettu penkit verhoiluelementit ja ikkunat. Kuvassa 2 on lähiliikennevaunun pääty, josta on purettu ylikulkutunneli ja silta sekä jarruletkut. Vaunuun on myös vaihdettu uudet loppuopastevalojen kehykset.



KUVA 1. Lähiliikennevaunun purettu sisusta



KUVA 2. Lähiliikennevaunun pääty osittain purettuna

Materiaalivirtakuvauksissa ja kaavioissa ei ole pyritty listaamaan kaikkia komponentteja vaan niissä on keskitytty tilankäytöllisesti merkittävimpiin komponentteihin. Kooltaan suurimpien komponenttien käyttämä tila ja lukumäärä on tärkeää tietää, jotta toimiva layout on mahdollista suunnitella. Työssä käsitellyt materiaalivirrat ja näistä tehdyt virtauskaaviot on tehty osittain seuraamalla purkuprosessia ja osittain vaunujen osaluettelointia tutkimalla. Purkuprosessin vaiheet ja purettavat komponentit näkyvät liitteestä 1. Materiaalivirta on tarkemmin kuvattuna liitteessä 2, jossa on myös kaavio materiaalivirrasta.

Materiaalivirrat ovat tärkeässä roolissa purkuprosessin aikana, koska suuri osa puretuista komponenteista menee kunnostettavaksi. Joissakin tapauksessa henkilövaunusta purettava komponentti saattaa olla sellainen osa, jolle ei ole korvaavaa vaihto-osaa vaan sama komponentti asennetaan kunnostettuna takaisin samaan henkilövaunuun, josta se on irrotettu. Tällaisessa tilanteessa on tärkeää saada komponentit mahdollisimman nopeasti kunnostukseen, jotta kyseistä osaa ei tarvitse odottaa kokoonpanovaiheessa. Tällaisia komponentteja on usein vaunuissa, jotka ovat joltakin osin poikkeavia tai muuten harvinaisia esimerkiksi pienestä valmistusmäärästä johtuen. Monesti tällainen komponentti on myös vaikea korvata ilman muita muutoksia.

4.3 Purkusolulle asetetut vaatimukset ja takomon tilankäytölliset rajoitukset

Henkilövaunujen mitat asettavat rajoituksia kunnostustyössä käytettävälle tilalle. Konepajan vanhoissa ja suurelta osin myös ahtaissa tiloissa henkilövaunujen koko asettaa rajoituksia tilojen käytölle. Henkilövaunut ovat tyypistä riippuen noin 4,0 m tai 5,2 m korkeita, 26,0 m pitkiä ja 3,1 m leveitä. Vaunujen paino tyhjänä vaihtelee tyypistä riippuen noin 26 - 60 tonnin välillä. Kaksikerrosvaunun kohdalla sen korkeus on usein rajoittava tekijä varsinkin jos vaunua täytyy nostaa. Laajempien kokonaisuuksien tilankäyttöä suunniteltaessa tulee myös huomioida, että kiskoilla liikkuvan henkilövaunun pienin sallittu kaarresäde on 150 m.

Vaunun purkutyön aikana vaunun ympärillä tulee olla riittävästi vapaata tilaa purkutyöskentelylle, siinä tarvittaville apuvälineille sekä purettavalle materiaalille. Vaikka purettava materiaali on pyrittävä kuljettamaan pois mahdollisimman nopeasti, purkusolussa voi joutua väliaikaisesti varastoimaan komponentteja. Komponenttien väliaikaiselle varastoinnille on varattava selkeästi merkityt alueet, jotta ne olisivat helposti saatavilla pois kuljettavaksi, eikä mikään komponentti katoaisi tai unohtuisi väärän sijainnin takia. Selkeästi merkityt varastoalueet pitävät myös komponentit niille varatuilla alueilla, jolloin ne eivät ole työskentelyn tiellä. Purkusolulle asetetut vaatimukset ja takomon tilankäytölliset rajoitukset on käsitelty liitteessä 3.

4.4 Pesulan käyttötarkoituksen laajennus

Konepajalla oleva pesula on tarkoitettu kunnostuksessa käyvän kaluston pesuun. Pesulassa voi pestä yhtä kalustoyksikköä kerrallaan. Talviaikana pesulaa käytetään myös kaluston sulatukseen. Konepajan pesulan käyttötarkoituksen laajentamisen mahdollisuutta suunniteltuineen työvaiheineen käsitellään liitteessä 4.

4.5 Tavoitetilanne

Tavoitteena työssä oli suunnitella yksi vaihtoehto henkilövaunun kunnostusprosessin kehittämiseksi kohti linjamaista tuotantoketjua, joka olisi nykyistä tuotantojärjestelyä paremmin virtaava, selkeämpi ja helpommin ohjattava.

Työn aloitusvaiheessa tavoitteena oli suunnitella vetureille ja vaunuille yhteinen keskitetty purkusolu. Työn aikana kuitenkin havaittiin, että vetureiden ja vaunujen purkamisen selvittäminen sisältäen layout suunnittelun, olisi yhden opinnäytetyön puitteissa liian laaja työ. Tästä johtuen työn sisältöä muutettiin poistamalla veturien osuus työstä. Työtä jatkettiin suunnittelemalla layout pelkästään henkilövaunujen purkua varten. Samalla työssä otettiin käsiteltäväksi konepajan pesulan käyttötarkoituksen laajentamisen mahdollisuus.

Eräänlaisena tulevaisuuden tavoitteena voidaan pitää linjamaista purku-, kunnostus- ja kokoonpanoketjua, jossa olisi yksi yhteinen linja kaikkia eri kalustotyyppjä varten. Tässä mallissa kalustoyksikkö siirtyisi linjalla työvaihe kerrallaan eteenpäin ja työvaiheet tehtäisiin samoissa soluissa riippumatta siitä, mikä tyyppi on kyseessä. Jos kalustoyksiköjä liikuteltaisiin esimerkiksi ilmatyynyjen varassa, voisi niitä siirtää työvaiheiden välillä paljon vapaammin. Tällöin olisi mahdollista siirtää kalustoyksikköä tuotantolinjalla myös jyrkemmistä mutkista sekä siirrot voitaisiin suorittaa sisätiloissa ilman siirtoihin tarvittavaa vetokalustoa.

5. LAYOUT-SUUNNITTELU

Tässä luvussa esitellään layout päätyypit ja niiden tärkeimmät ominaisuudet kuten vaikutus valmistusprosessin ohjattavuuteen ja tuotteen läpimenoaikoihin. Lisäksi käydään läpi layout-suunnittelun työkaluja ja opinnäytetyöhön valittua layout-suunnittelun menetelmää.

Layout-suunnittelun keskeisenä tavoitteena on tuotantoprosessin materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalien kuljetuskerrat ja -matkat on pyrittävä minimoimaan osastojen ja työpisteiden sijainnin suunnittelulla. Tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta on kannattavaa pyrkiä mahdollisimman yksinkertaisiin ja selkeisiin materiaalivirtoihin. Työpisteet tulee sijoittaa siten, että materiaalien siirtoetäisyydet ovat mahdollisimman pienet, eikä monivaiheisia kuljetuksia muodostuisi.

(Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009,482)

Layout on vakiintunut käsite, jolla tarkoitetaan tuotannon laitteiden, varastopaikkojen, kulkureittien sijoittelua tuotantotiloihin. Työnkulun ja laitesijoittelun perusteella tilankäyttöratkaisut voidaan jakaa kolmeen eri layout päätyyppiin: tuotantolinja-layouttiin, funktionaaliseen layouttiin ja solu-layouttiin.

Tuotantolinjassa koneet ja laitteet on valmistettavan tuotteen työnkulun mukaisesti järjestetty. Tämä layout-tyyppi on käytössä valmistettaessa tiettyä tuotetta sarjatuotantomaisesti. Valmistus ja kappaleen käsittely on usein automatisoitu, jolloin volyymi ja kuormitusaste ovat korkeita. Linja on kannattavaa rakentaa, kun tuotantosarjat ovat pitkiä eikä kapasiteetin nostamistarve tule olemaan suuri. Linjasta on myös helppo nähdä missä vaiheessa tietty tuote on, jolloin tuotannonohjauskin on selkeää.

Funktionaalisessa layoutissa koneet ja laitteet on sijoitettu työtehtävän samankaltaisuuden perusteella. Tämä layout-tyyppi on joustavampi ja tuotantomääriä ja tuotetyyppejä voi vaihdella helpommin kuin tuotantolinja-layoutissa. Tuotannonohjaus perustuu jonnottavien töiden järjestelyyn, tämä aiheuttaa erilaisten tuotteiden vaikean ohjattavuuden työvaiheesta toiseen oikeaan aikaan. Työjonot kasvattavat keskeneräisen tuotannon

määrää ja pidentävät tuotteen läpimeno aikoja. Samoin kuljetuskustannuksia muodostuu työpisteiden välisten etäisyyksien vuoksi.

Solu-layout muodostuu itsenäisestä, eri laitteista ja työpisteistä kootusta ryhmästä, joka on erikoistunut tiettyjen komponenttien valmistukseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solu-layout on eräänlainen välimuoto funktionaalisesta ja tuotantolinja layoutista. Solu on joustavampi kuin tuotantolinja ja tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä. Eri-laisten tuotteiden tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella paljonkin, tuotteita valmistetaan yksittäin tai pienehköinä sarjoina. Solun tuotannonohjaus on helppoa, koska se muodostaa vain yhden kuormituspisteen. Valmistusvaiheiden perättäinen suorittaminen samalla alueella helpottaa laadunvalvontaa, koska virheiden löytäminen solun sisällä on helppoa. Solu-layout on herkempi kuormituksen vaihteluille ja tuotevalikoiman voimakkailla muutoksilla kuin funktionaalinen layout.

(Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009, 478)

Valmistusprosessien ja työtehtävien toteutumisella on merkittävä vaikutus tuotannolle ja valmistukselle asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa. Tuotantoprosessien ja tilojen suunnittelussa työmenetelmät, koneet ja työskentelytavat on valittava tuotannolle asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tehdyt ja toteutetut valinnat näkyvät suoraan valmistuskustannuksissa, laadussa, joustavuudessa sekä työhön kuluneessa ajassa, kaikki nämä ominaisuudet vaikuttavat prosessin kilpailukykyyn. (Haverila, Uusi - Rauva, Kouri, ja Miettinen 2009, 475)

5.1 Layout-suunnittelun työkalut

Layout-suunnittelusta on olemassa varsin vähän kirjallisuutta. Layout-suunnittelua on tehty varsin pitkään tietokoneohjelmilla, jotka ovat periaatteiltaan tietenkin vastaavia kuin niitä edeltävät kirjaversiot. Työssä en päässyt tällaista suunnitteluohjelmaa käyttämään, vaan oli tyydyttävä käyttämään perinteisempiä menetelmiä. Useimmissa tuotantotalousta ja tuotantotekniikkaa käsittelevissä kirjoissa layout-suunnittelu käydään läpi aivan pintaraapaisulla ja usein eri kirjojen kappaleiden sisältö on lähes samanlainen. Kirjoja, jotka käsittelevät pelkästään layout suunnittelua, on tehty muutamia 1960- ja 70- luvulla. Näistä työssäni käytin Richard Mutherin kirjoittamaa Systematic Layout

Planning kirjaa. Kirjan ensimmäinen painos on vuodelta 1961 ja työssä käytetty toinen painos on vuodelta 1973.

Systematic Layout Planning-kirjan käyttö perustuu teorian ohella yhteyskaavioihin, joilla materiaalivirta- ja layout-suunnittelussa saadaan komponenttien ja työpisteiden keskinäinen sijoittuminen ratkaistuksi, niin solu- kuin tehdastasollakin. Kaikista yksinkertaisimmissa tilanteissa yhteyskaavion hyöty saattaa olla vähäinen, mutta sillä saadaan varmistettua, ettei mikään toimintaan vaikuttava tekijä jää vahingossa huomiotta. Monimutkaisimmissa tilanteissa yhteyskaavion hyöty alkaa korostua, kun tilanteeseen vaikuttavia toimintoja on useampia, jolloin toimintojen sijoittumisen päättely vaikeutuu. Kaavioiden käytöllä myös varmistetaan, ettei mikään tärkeä toiminto jää huomioimatta sekä toisaalta aikaa ei käytetä merkityksettömien asioiden sijoittumisen suunnitteluun.

5.2 Yhteyskaavio

Opinnäytetyön layout-suunnitteluvaiheessa yhteyskaaviolla haettiin ratkaisua eri toimintojen sijoittumiselle purkusoluun. Yhteyskaavio käyttämiseksi tarvitaan kaksi eri lähtötietoa toiminto ja syy etäisyyden arvoon. Toiminto voi olla esimerkiksi: työpiste, työkalu tai varastopaikka. Erilaisille toiminnoille kirjan valmiissa kaaviopohjassa on varattuna 20 kohtaa. Toinen lähtöarvo kaaviossa on syy etäisyyden arvoon, jolle oli varattuna 9 tasoa. Yksi lähtöarvo on valmiiksi määriteltä ja se on läheisyyden tärkeyden kannalta: Ehdottoman tärkeä, erityisen tärkeä, tärkeä, tavallinen/normaalietäisyys, merkityksetön, ei hyväksyttävä. Tälle lähtöarvolle voi halutessaan määritellä omat tasot. Kirjan kappaleesta 5 löytyy tarkemmat ohjeet kaavion käyttöön.

Kaikkia tasoja ja paikkoja ei ole pakko käyttää ja määritellä kaaviossa, vaan niiden käyttö on suunniteltava tapauskohtaisesti. Nämä kaavion käyttöön vaikuttavat lähtöarvot olivat työn tässä vaiheessa hyvin tiedossa, koska purkuprosessiin tutustuminen oli tehty huolella ja sitä oli myös hyvin dokumentoitu.

Työssä Systematic Layout Planning kirjan yhteyskaaviolla etsittiin ratkaisua työkalujen ja työpisteiden sekä varastopaikkojen sijoittumiselle purkuprosessin kannalta. Kun yhteyskaavioon oli sijoitettu toiminnot, syyt etäisyyteen oli määriteltä ja kaavio tehty, tu-

loksena saatiin syyt läheisyyden tärkeyden kannalta. Kaavioista nähdään mitkä toiminnot tulee olla lähekkäin ja mitkä eivät saa olla toistensa lähellä. Kaavion tulosten perusteella layout-vaihtoehtojen suunnittelu voidaan keskittää olennaisiin asioihin ja näin ollen selkeyttää kuvaa prosessista, jolloin suunnittelutyö helpottuu ja nopeutuu. Layout-suunnittelun yhteyskaavio ja ratkaisut ovat liitteessä 5.

5.3 Layout-suunnitelmat

Työn viimeisessä vaiheessa tehtyjä layout-suunnitelmia arvioidaan niiden toimivuuden ja toteutuskelpoisuuden kannalta. Samalla mahdollisesti esille tulleita jatkokehitysideoitu kerätään sekä arvioidaan niiden jatkoselvitystarvetta. Layout-suunnitelmia takomon purkusolusta tehtiin kolme kappaletta, joissa purettavan materiaalin, apuvälineiden ja tarvittavien työpisteiden sijoittelu vaihtelee. Vaihtoehtoisten layouttien avulla pyritään sijoittamaan toiminnot suhteessa toisiinsa. Kaikissa suunnitelmissa on pyritty samantyyppiseen toimivuuteen ja ettei mikään niistä olisi selkeästi poikkeavanlainen, jotta tehtyjä suunnitelmia voisi arvioida tasapuolisesti.

Työn aikana huomasin, että vanhaa jo olemassa olevaa tuotantoketjua kehitettäessä ja uutta tuotantotilan layoutia suunniteltaessa vanhoihin rakennuksiin ei voida päästä yhtä hyvään tulokseen kuin aloittamalla suunnittelua puhtaalta pöydältä pelkästään layout-suunnittelun kannalta, jo tiedossa olevaa tuotantoa varten. Vanhoissa rakennuksissa ja tuotantotiloissa on usein rajoitteita tilankäytön vapaalle suunnittelulle, mutta hyvällä layout-suunnittelun pohjatyöllä voidaan saavuttaa tehokkaasti toimivia tuotantolinjoja myös vanhoihin tuotantotiloihin.

Layout vaihtoehtoja laadittaessa suunnitelmat kehittyivät työn tekemisen aikana, ja tästä johtuen suunnitelmia piti arvioida sekä korjata tarvittavilta osin. Nämä arvioinnit ja korjaukset olivat tärkeä osa suunnittelua sekä työn kulkua, jotta saavutetaan toimivat ja keskenään tasapuolisesti arvioitavat vaihtoehdot. Suunnitelmissa on pyritty yksinkertaiseen, mutta samalla toimiviin ratkaisuihin, jolloin niiden toteuttaminen on yksinkertaista sekä investoinneiltaan kannattavaa. Layout piirustukset ovat liitteessä 6.

6. LAYOUT RATKAISU JA LOPPUTULOKSET

Suunnitellut layoutit arvioitiin ja niistä valittiin vaihtoehto, joka vastasi parhaiten purkusolulle asetettuja vaatimuksia. Lopputuloksena työstä saatiin layout-suunnitelmat ja materiaalivirtakaaviot, jotka toimivat osana layout-suunnittelua. Layout arvioinnit tehtiin huomioimalla layouttien toimivuutta työn tekemisen ja materiaalivirtojen kannalta. . Layoutit arvioitiin ja ne asetettiin järjestykseen.

Tehtyjen layout vaihtoehtojen arviointi ja arvostelu osoittautui varsin haasteelliseksi, samoin vaihtoehtojen järjestykseen asettaminen niiden omaisuuksien perusteella. Kaikkien layout ratkaisujen ollessa toimivia ja toteutuskelpoisia, oli hyviä ja huonoja puolia vaikea löytää perusteluineen.

Tulosten pohjalta voidaan alkaa tekemään suunnittelua työn toteuttamista tai mahdollista jatkokehitystä ajatellen. Layout ratkaisut ja arvioinnit ovat liitteessä 7.

LÄHTEET

Elomaa, J. 2007. Lean-toiminta. Case: Nordea Pankki Suomi Oyj:n henkilöstötutkimus lean-toiminnasta. Liiketalouden koulutusohjelma. Yrityshallinto. Lahden Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Infacs Johtamistekniikka Oy. Kuudes painos. Infacs Oy Tampere 2009.

Keskiraskas ja raskaskokoonpanotoiminta 1998-2000. Teknologia ohjelmaraportti 2/2001. Loppuraportti. TEKES. Helsinki.

Liker, Jeffrey K. 2008. Toyotan tapaan. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Muther, R. 1973. Systematic Layout Planning. Richard Muther & Associates. Second edition. United States of America 1973.

Tuominen, K. 2010. Kohti täydellisyyttä. Readme.fi. Ensimmäinen painos. WS Bookwell Oy Juva 2010.

Tuominen, K. 2010. Tehoa ja laatua prosessien ja virtauksen kehittämiseen. Readme.fi. Ensimmäinen painos. WS Bookwell Oy Jyväskylä 2010.

VR-Yhtymä Oy 2010. VR Transpoint. Luettu 16.2.2012.
http://www.vrtranspoint.fi/index/rautatielogistiikka/asiakkaan-opas_4/vaunukuvasto.html

VR-Yhtymä Oy 2010. Konserniesittely. Luettu 6.2.2012.
http://www.vr-konserni.fi/fi/index/vr_konserni_2/Konserniesittely.html

Wikipedia. VR-Yhtymä. Päivitetty 27.1 2012. Luettu 10.2.2012.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/VR-Yhtym%C3%A4>

LIITTEET